

Обучающий семинар по теме
«Изучение международного опыта по внедрению инновационных технологий
по энергоэффективности в электроэнергетической отрасли. Методика,
цель и задачи проведения энергетического обследования потребителей
электрической и тепловой энергии».

Здание ГЭИТ, г. Мары, ул. Байрам-хана 62, 13-18 марта 2024г.

Интеграция возобновляемых источников энергии в энергоустойчивые здания

Агрис Камендерс,
Международный консультант проекта SECCA

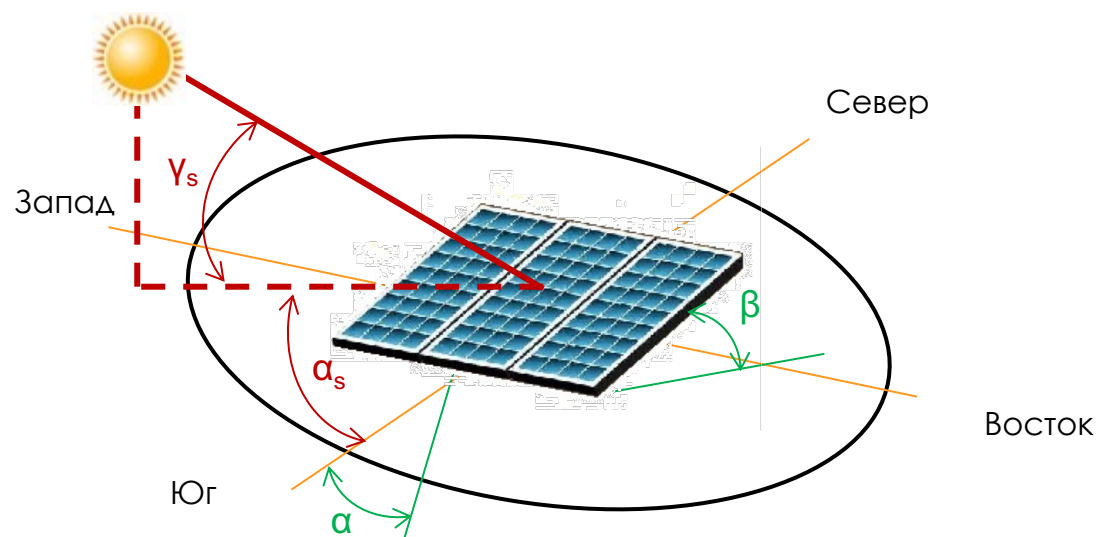
Содержание

1. Солнечные тепловые системы
2. Солнечные фотоэлектрические системы
3. Тепловые насосы

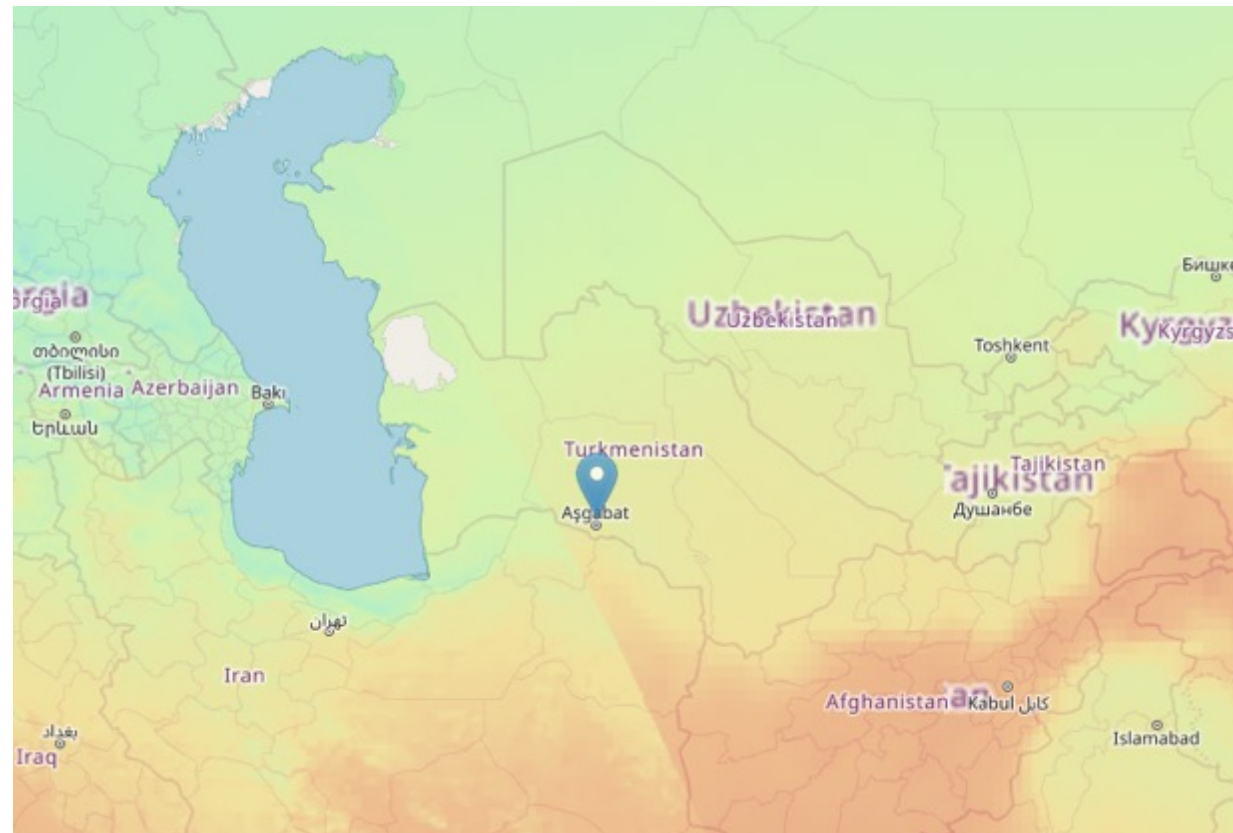


Funded by
the European Union

Солнечная энергия



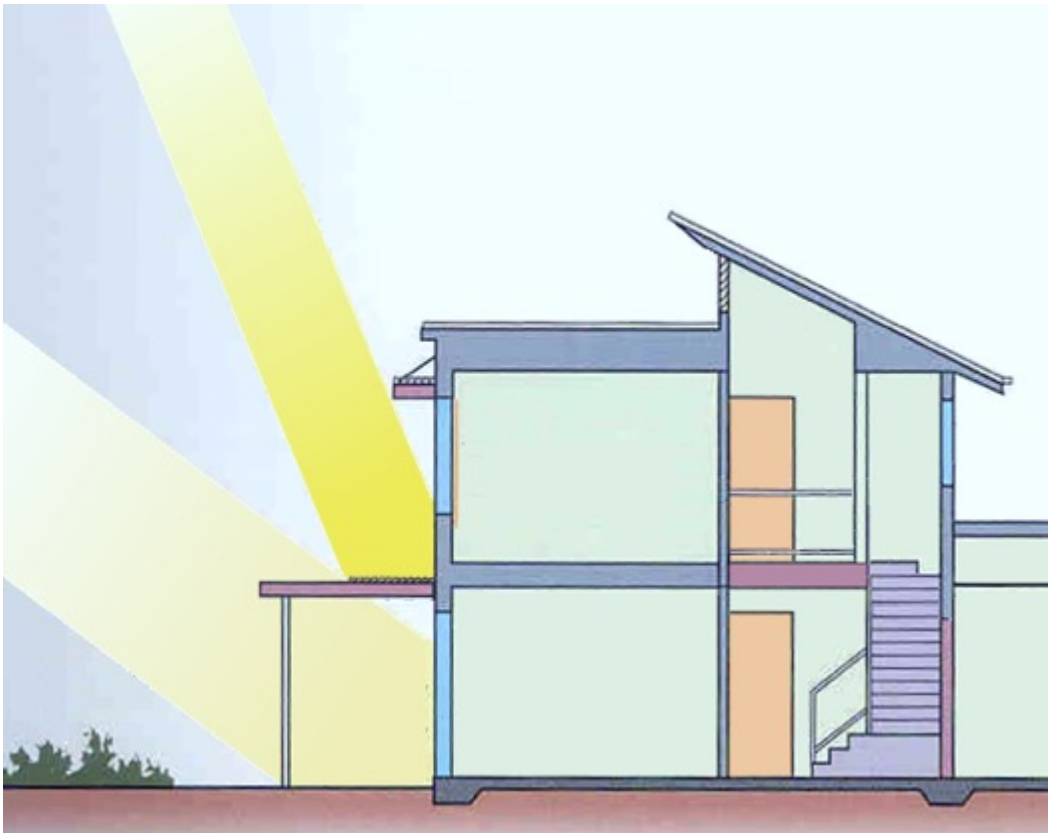
Годовая энергетическая экспозиция суммарного излучения на горизонтальной поверхности, кВт-ч/м² год



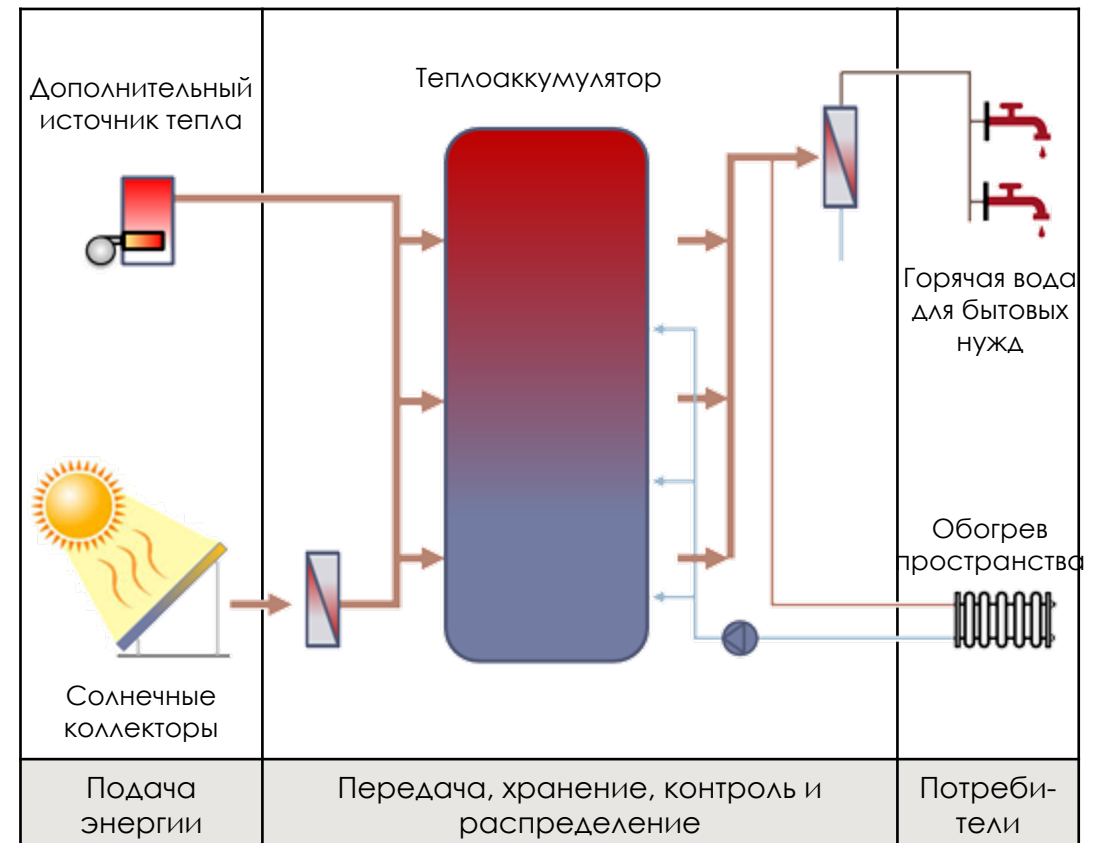
источник: <http://re.jrc.ec.europa.eu/>

1. Солнечная тепловая энергия

Пассивный дизайн

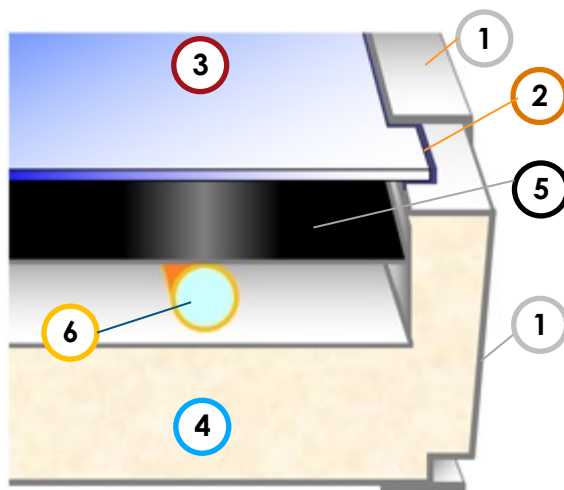


Активные системы солнечного отопления



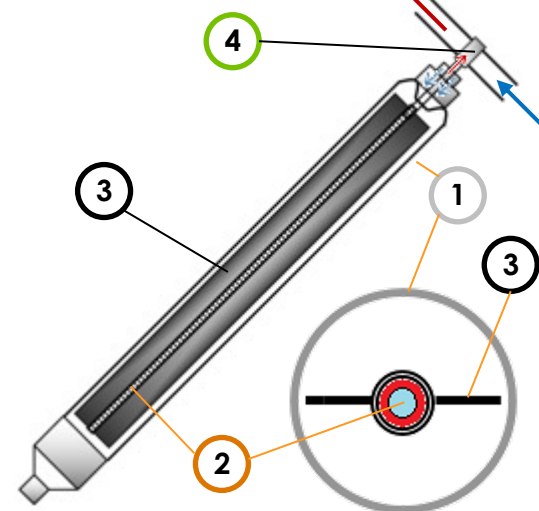
1.1. Солнечные коллекторы

Плоская панель

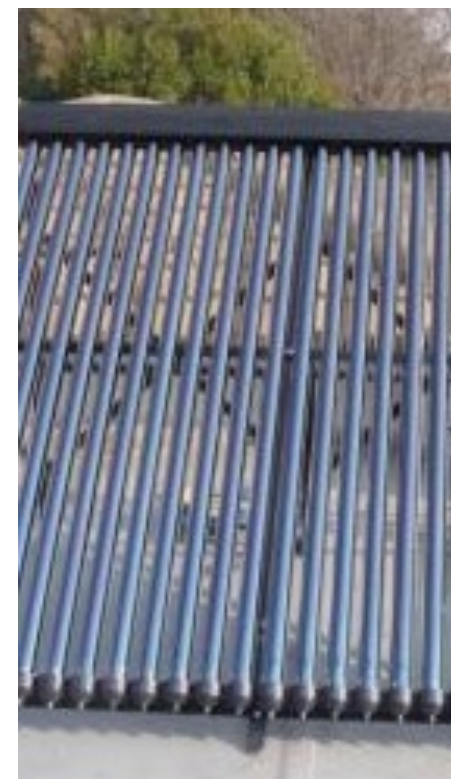


1. Рама
2. Уплотнение
3. Покрытие (остекление)
4. Теплоизоляция
5. Абсорбер
6. Труба с жидкостью

Вакуумные трубки с откачанным воздухом

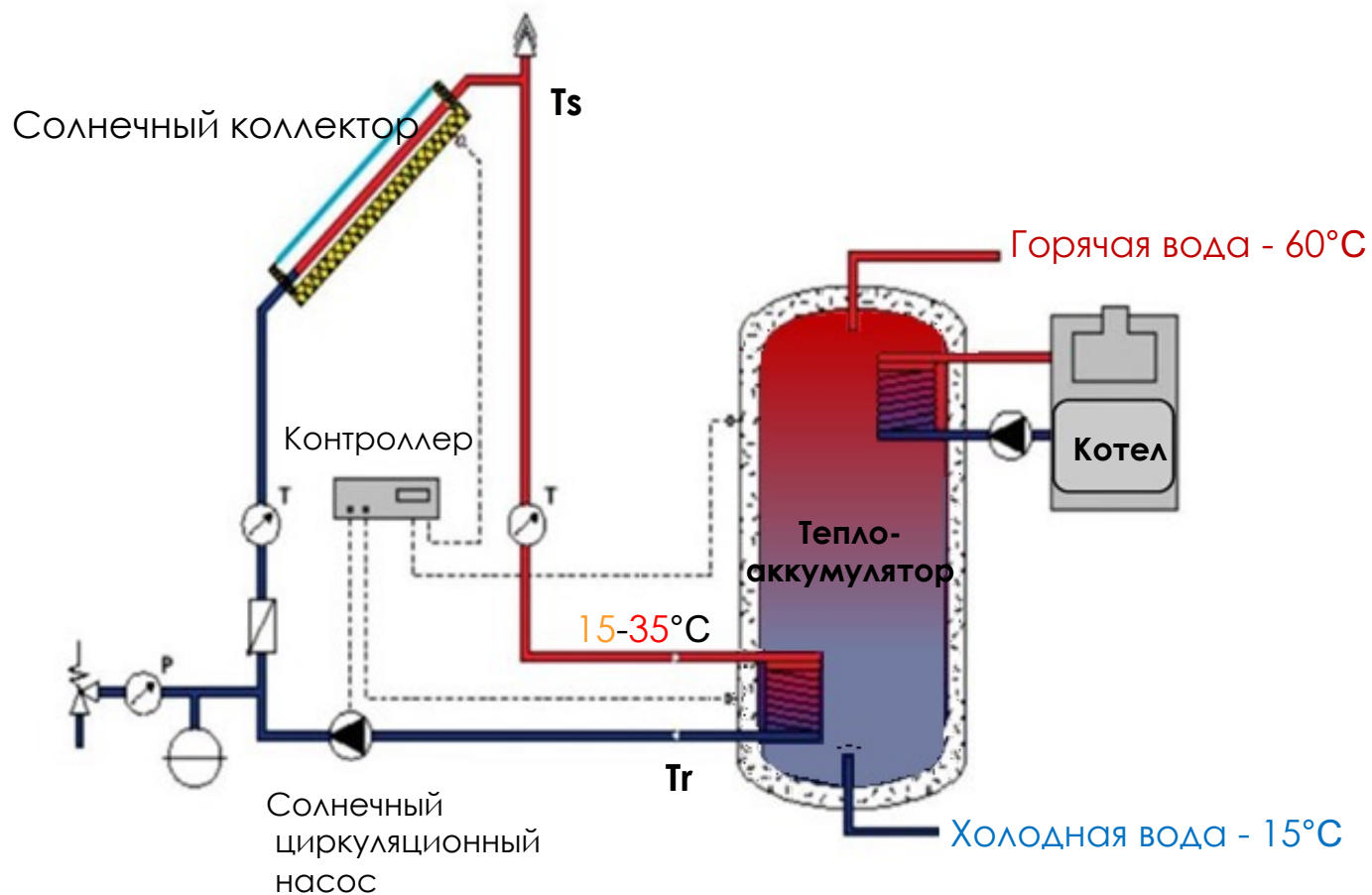


1. Прозрачная стеклянная трубка (под вакуумом)
2. Ввод/вывод теплоносителя
3. Абсорбер
4. Теплообменник/конденсат

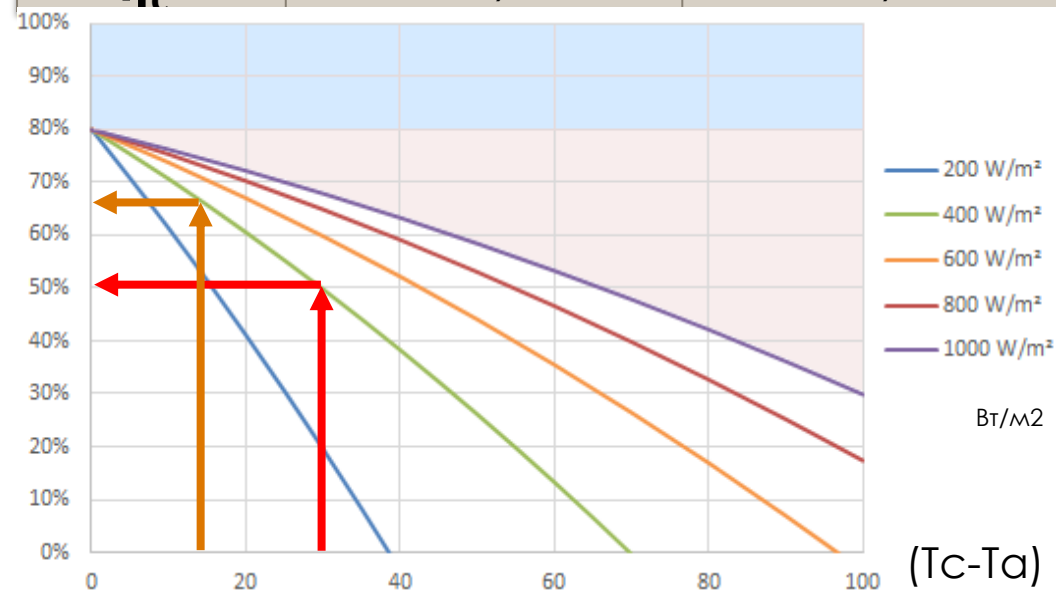


Теплоаккумуляторы – примеры конфигураций

T_c – средняя температура коллектора
 $T_a = 15^\circ\text{C}$ температура окружающей среды
 $G = 400 \text{ Вт/м}^2$



Параметр	Хорошая стратификация	Плохая стратификация
T_s	45°C	55°C
T_r	15°C	35°C
T_c	30°C	45°C
T_a	15°C	15°C
$(T_c - T_a)$	15°C	30°C
η_c	66%	50%



Funded by
the European Union

Упрощенное определение размеров для солнечной системы бытового горячего водоснабжения

Годовой расход горячей воды	6500	м³/г
Ежедневный расход горячей воды	22	м³/сут
Температура теплоаккумулятора	60	°C
Годовой расход горячей воды	300	МВт-ч/год
Процент, производимый солнечной системой	25	%

Ежедневный расход горячей воды	22	м³/сут
Объем теплоаккумулятора	31	м³

Удельный выход солнечной энергии	400	кВт-ч/м²
Поверхность солнечного коллектора	208	м²



1.5 – 2

коэффициент

1.0 – 1.5

2

$$A = \frac{\text{солнечная энергия}}{\text{удел.выход солн.энергии}} \left[\frac{\text{кВт-ч}}{\text{кВт-ч/м}^2} \right]$$

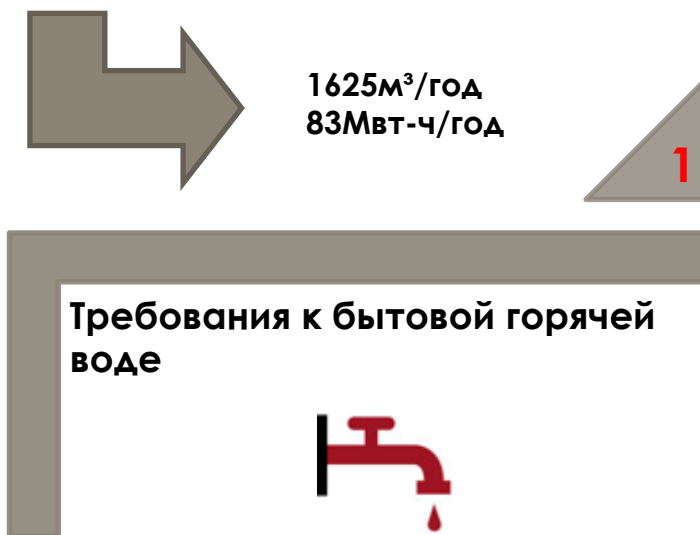
Площадь солнечного коллектора



A = площадь солнечного коллектора

Ориентация	Поправка
Запад Юго-Запад	0.84
ЮЗ	0.92
Юг	0.97
ЮЗ	0.97
Юг	1
Юг	1
ЮВ	0.97
ЮВ	0.85
Вост. ЮВ	0.73

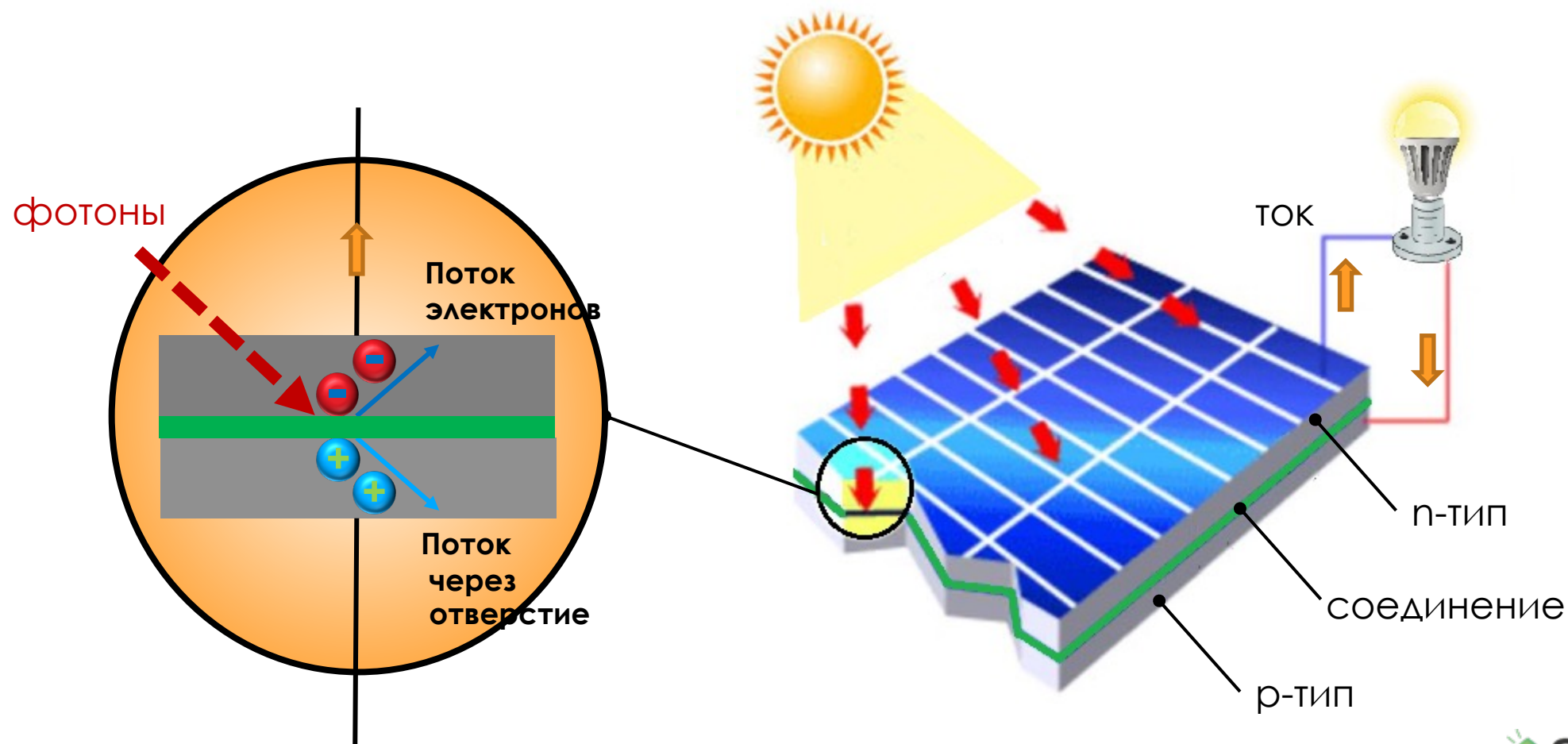
Угол наклона	Поправка
0	0.85
10	0.89
20	0.92
30	0.975
45	1
50	1
55	0.96
65	0.87



Funded by
the European Union

2. Основной принцип работы фотоэлектрических систем

Фотоэлектрический эффект → прямое преобразование солнечного света в электричество

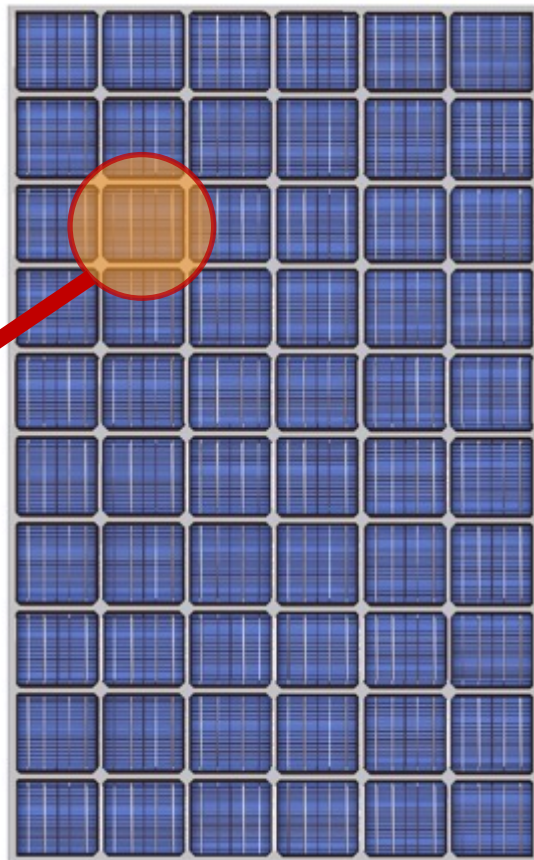


Funded by
the European Union

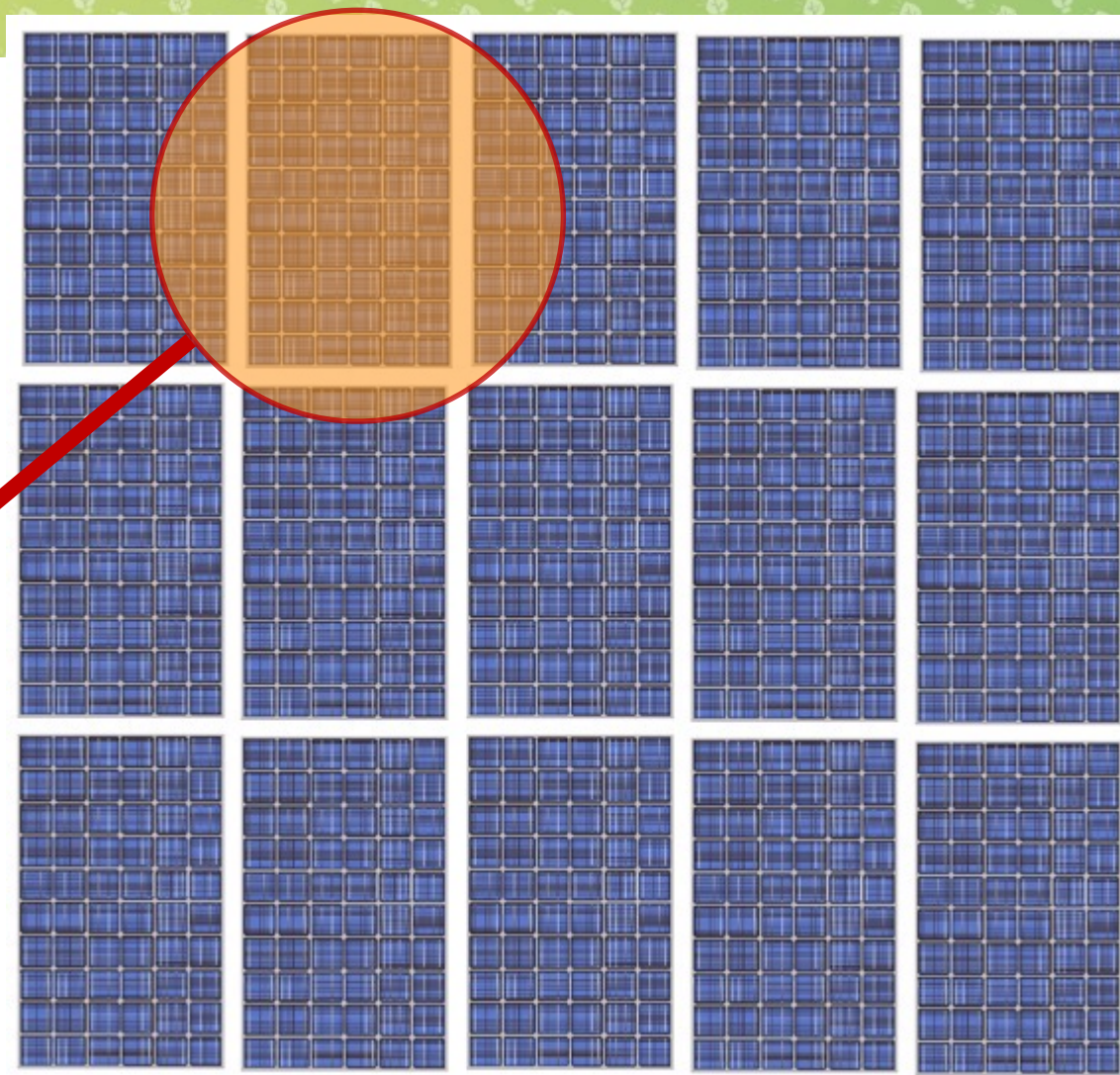
Фотоэлектрическое устройство - батарея - модуль - массив



Солнечная
батарея



Солнечный модуль

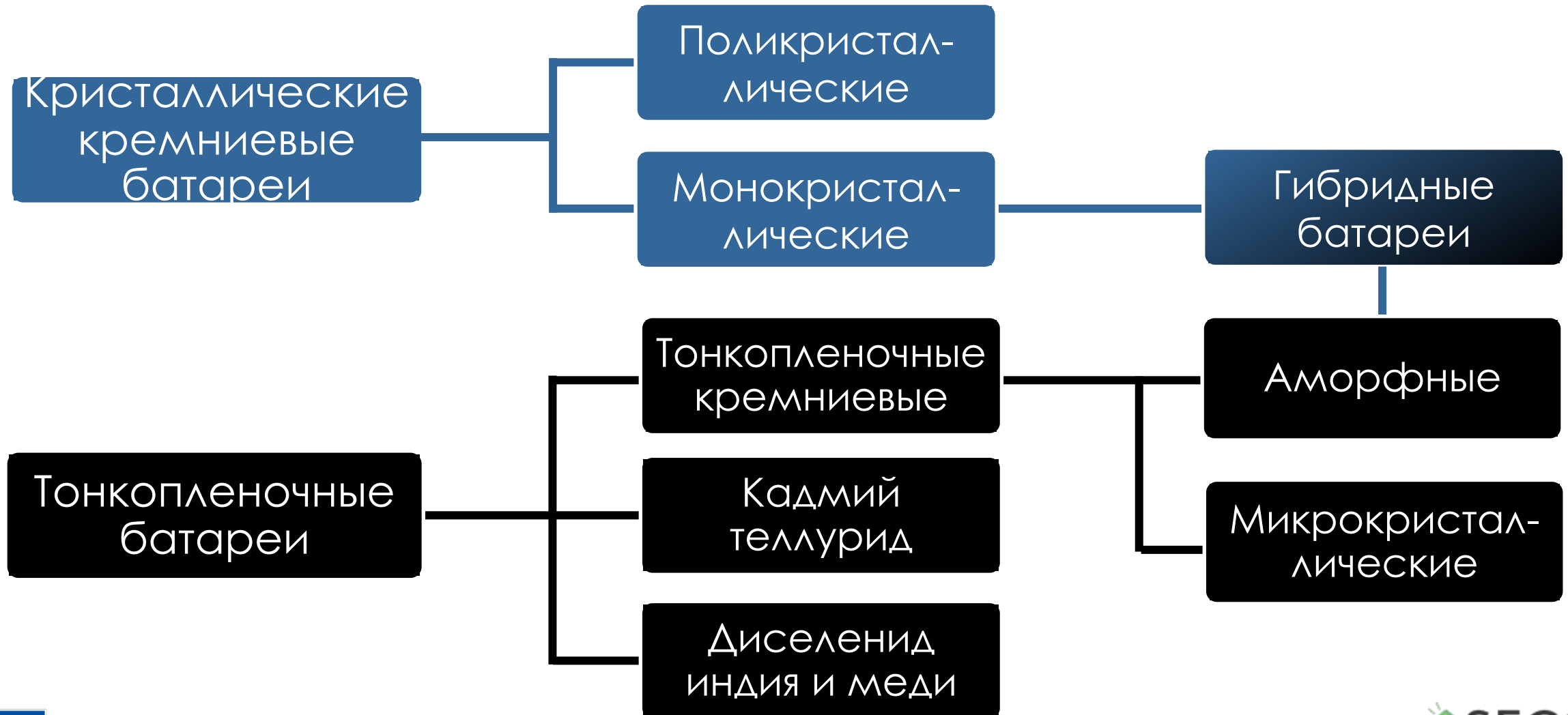


Массив батарей



Funded by
the European Union

Основные технологии фотоэлектрических модулей



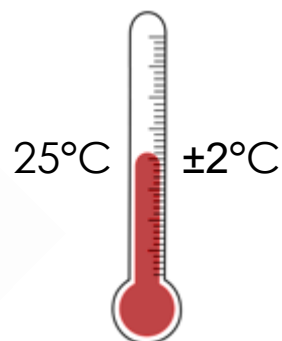
Номинал фотоэлектрического модуля

- Стандартные условия испытаний

Интенсивность
падающего
излучения



Температура



Контрольная
спектральная
плотность падающего
излучения

Коэффициент
воздушной массы
AM 1.5

- Результаты испытаний являются исходными данными для определения мощности панели для сравнения продуктов
- Результаты НЕ являются показателями мощности для реальной эксплуатации или определения размеров системы

Фотоэлектрический модуль 100 Вт

МОДЕЛЬ XXX-000-111-222

Излучение	1000 Втм ⁻²	МАКС. НАПРЯЖЕНИЕ СИСТЕМЫ 1000В
Температура батареи	25° С	
Р _{макс}	100 Вт	
V _{рмакс}	18.00 В	ВЕС 8кг
I _{рмакс}	5.56 А	
V _{oc}	22.10 В	
I _{sc}	5.91 А	

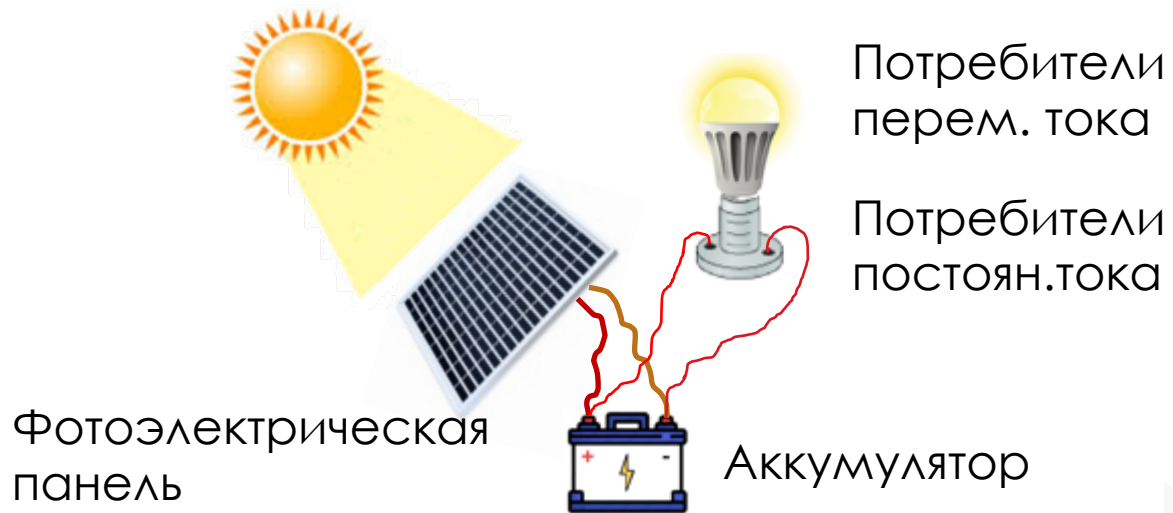
СЕРИЙНЫЙ номер
00A11B2C333333



Funded by
the European Union

Общая солнечная фотоэлектрическая система

Автономные системы



ПРИМЕНЕНИЕ:

- Электрификация сельских районов
- Системы с небольшой энергосетью
- Жилой дом
- Кровли промышленных/сельхоз объектов
- Электростанции для коммунальных нужд

Системы с подключением к энергосети



РАЗМЕР:

- 0.01 – 5 кВт
- 5-500 кВт
- 2-8 кВт
- 200 – 5000 кВт
- 10 – 1000 МВт и больше



Funded by
the European Union

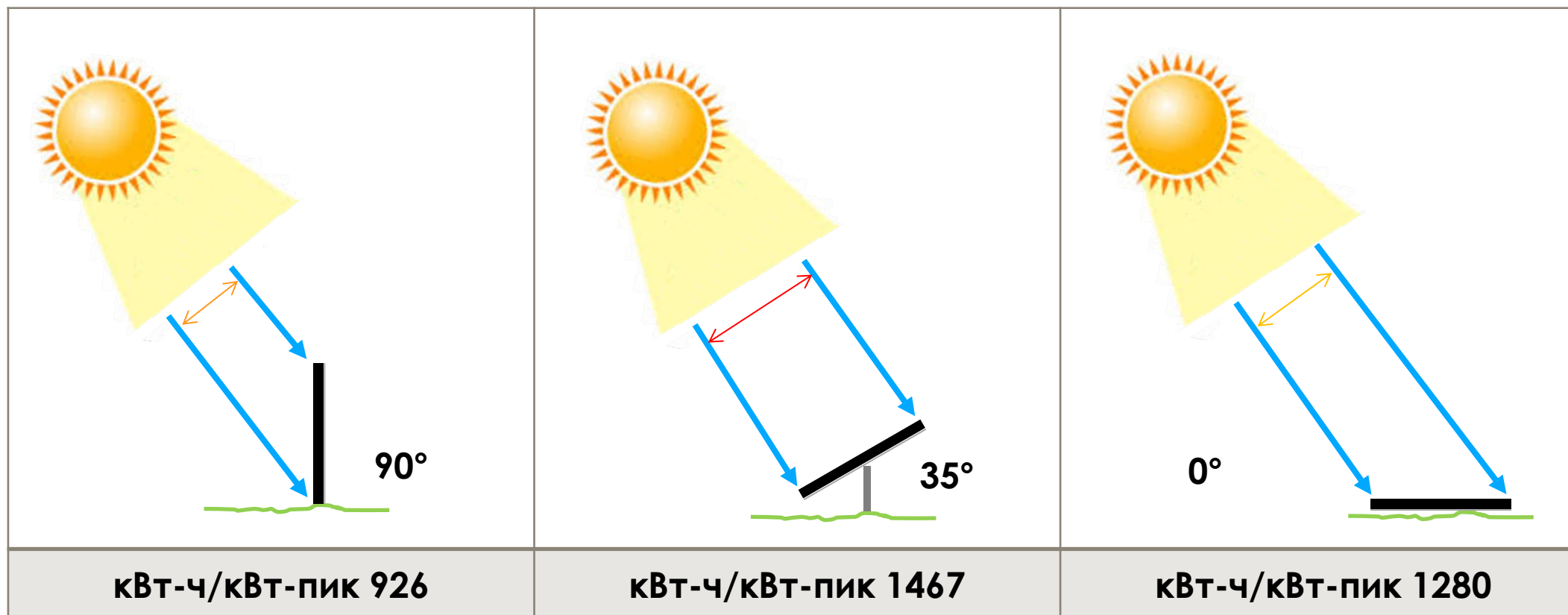
Системы с подключением к энергосети



Funded by
the European Union

Первоначальный проект

Наклон и азимут модуля. Показательный пример из Ашхабада с установкой в южном направлении



Оценка выработки энергии— география фотоэлектрических систем

PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM

European Commission

European Commission > EU Science Hub > PVGIS > Interactive tools

Home Tools Downloads Documentation Contact us

Cursor: Selected: 37.987, 58.352
Elevation (m): 207
PVGIS ver. 5.2

Use terrain shadows:
☒ Calculated horizon
☐ Upload horizon file
Switch to version 5.1

Download CSV: [Download CSV](#)
Download JSON: [Download JSON](#)
Choose File: [Choose File](#) No file chosen

GRID CONNECTED

PERFORMANCE OF GRID-CONNECTED PV

Solar radiation database* PVGIS-SARAH
PV technology* Crystalline silicon
Installed peak PV power [kWp]* 1
System loss [%]* 14

Fixed mounting options

Mounting position* Free-standing
Slope [°] 35
Azimuth [°] 0
☐ Optimize slope
☐ Optimize slope and azimuth

☐ PV electricity price
PV system cost (your currency)
Interest [%/year]
Lifetime [years]

Visualize results

Download CSV: [Download CSV](#)
Download JSON: [Download JSON](#)

Address: Eg Ispra, Italy Go! Lat/Lon: Eg 45.815 Eg 8.611 Go!

Новая версия см.

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis.html>







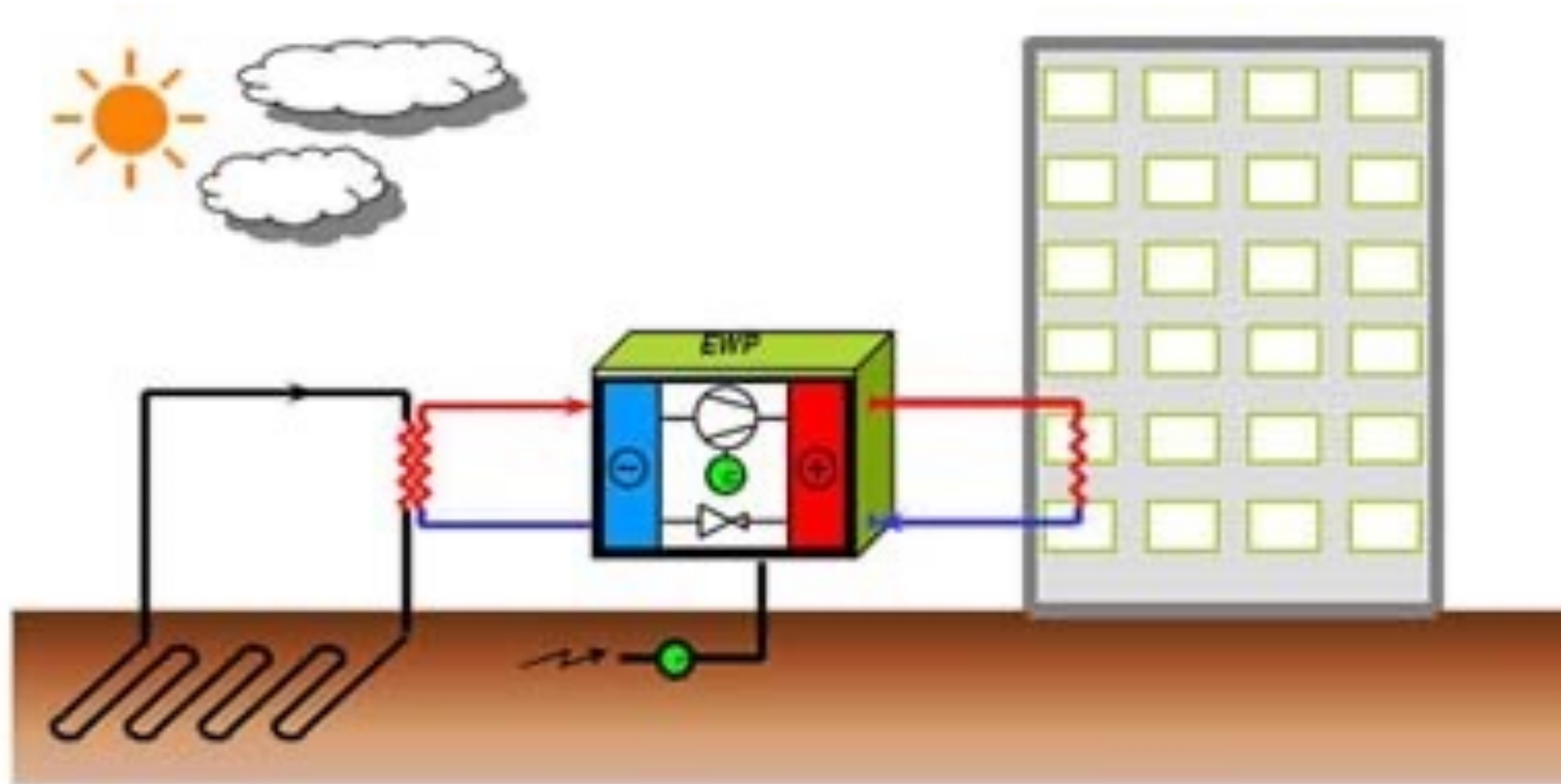
**СОЛНЕЧНАЯ
ЭНЕРГИЯ ДЛЯ
ОТОПЛЕНИЯ И
ГОРЯЧЕГО
ВОДОСНАБ-
ЖЕНИЯ НА
УРОВНЕ
РАЙОНА**



Funded by
the European Union

3. Концепция теплового насоса

Источник
энергии



Funded by
the European Union

Коэффициент производительности теплового насоса

Электричество 20%

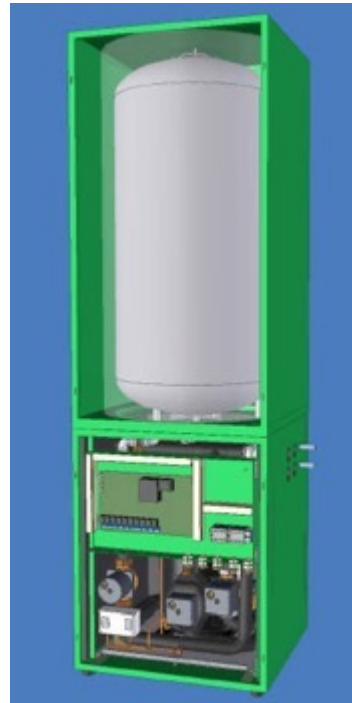
Источник тепла 80%

Тепло 100 %

Расчет коэффициента производительности

$$\text{C.O.P} = \frac{100\%}{20\%} = 5$$

Примеры тепловых насосов



Funded by
the European Union

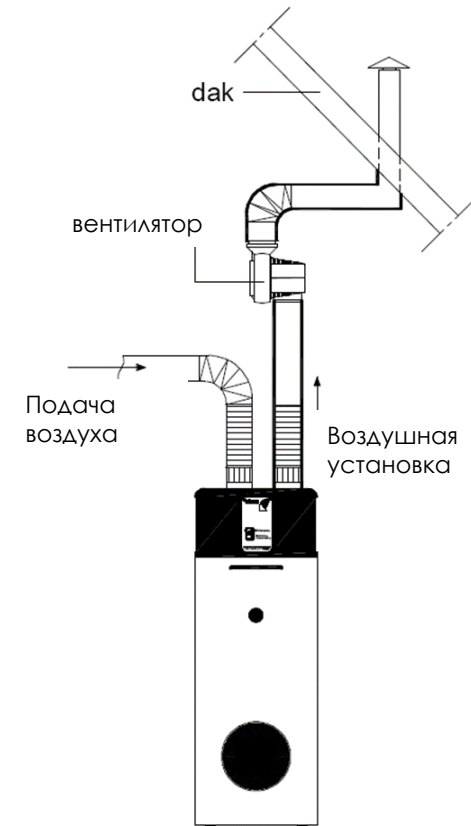
Каскад тепловых насосов



Funded by
the European Union

Бойлер с тепловым насосом

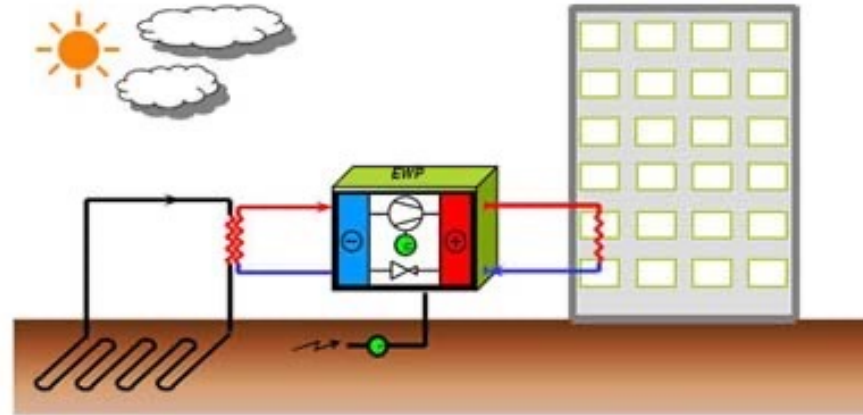
- Используется для рекуперации энергии вентиляционного воздуха
- Подходит для бытового горячего водоснабжения
- Один бойлер в каждом доме



Передача тепла

Возможно множество вариантов:

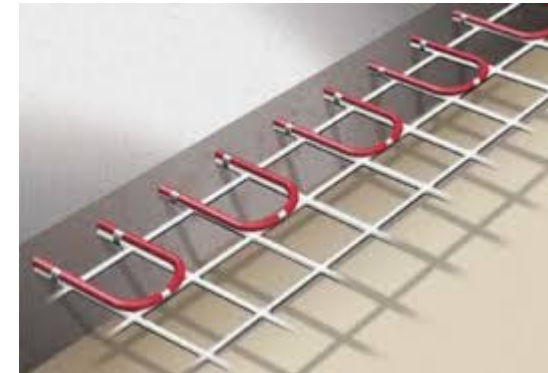
- теплые полы
- теплые стены, потолки
- радиаторы



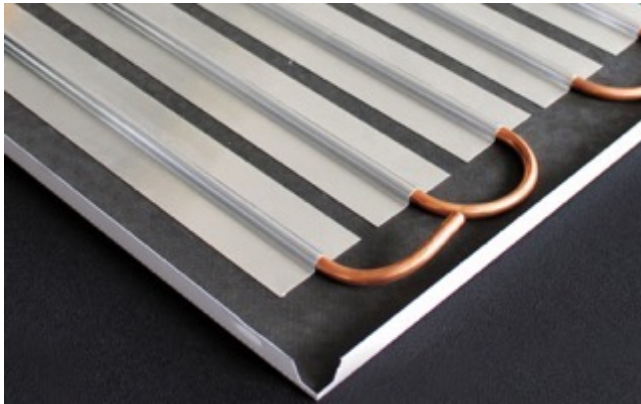
Энергоэффективность системы теплового насоса, производительность теплового насоса зависит от температуры передающей системы

Чем ниже требуемая температура, тем выше коэффициент производительности системы

Теплые полы и стены



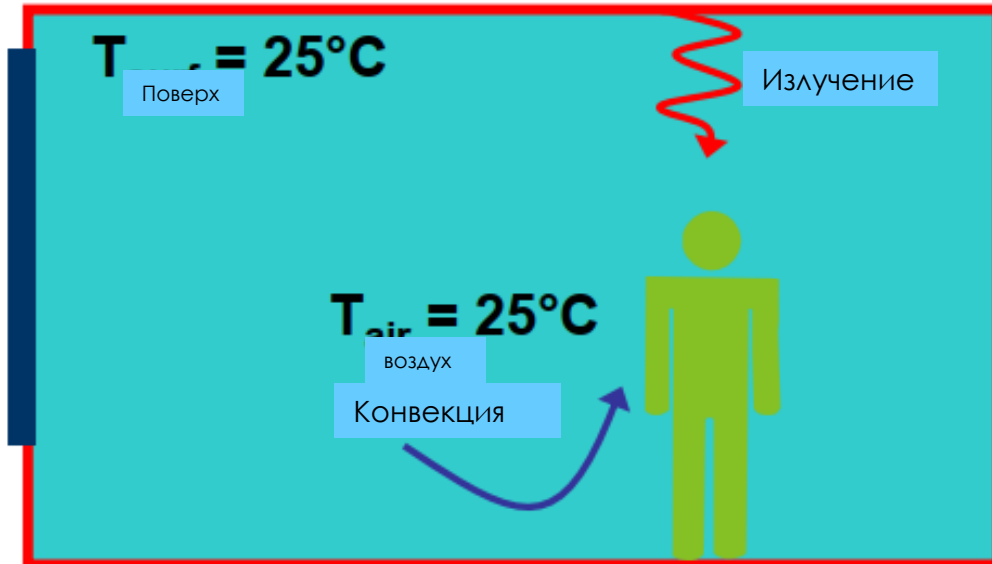
«Климатические» потолки



Funded by
the European Union

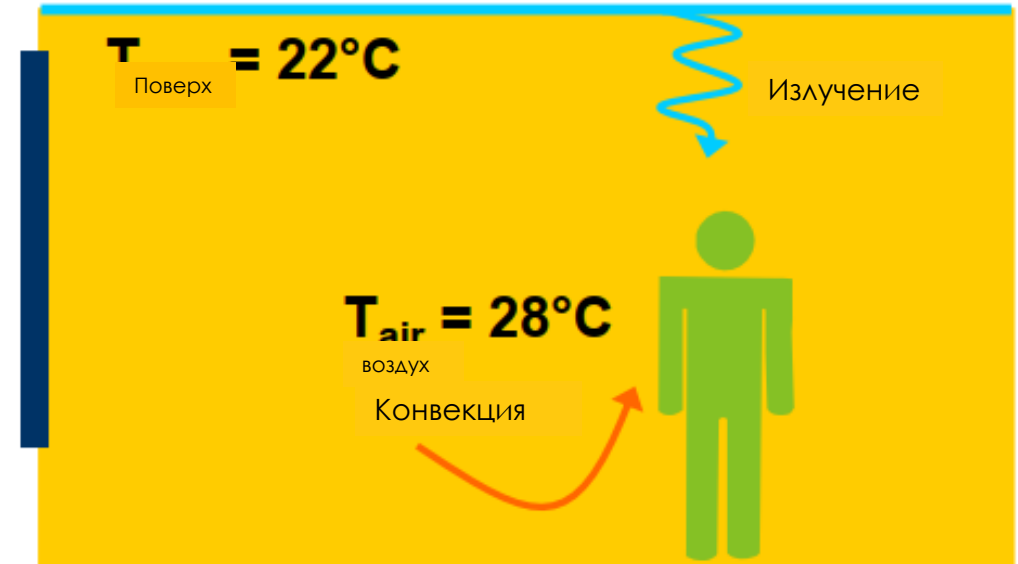
«Климатические» потолки

Традиционные



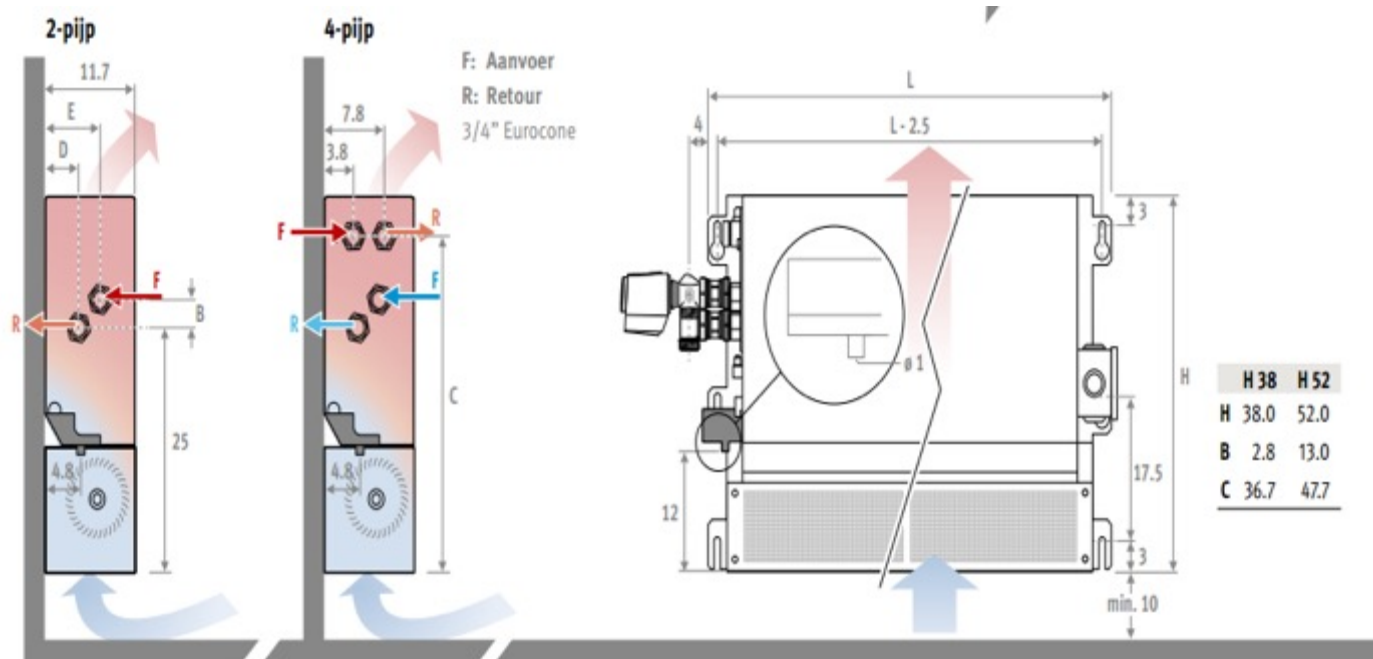
$\Rightarrow T_{\text{op}} = 25^{\circ}\text{C}$

Инновационные



$\Rightarrow T_{\text{op}} = 25^{\circ}\text{C}$

Низкотемпературные конвекторы

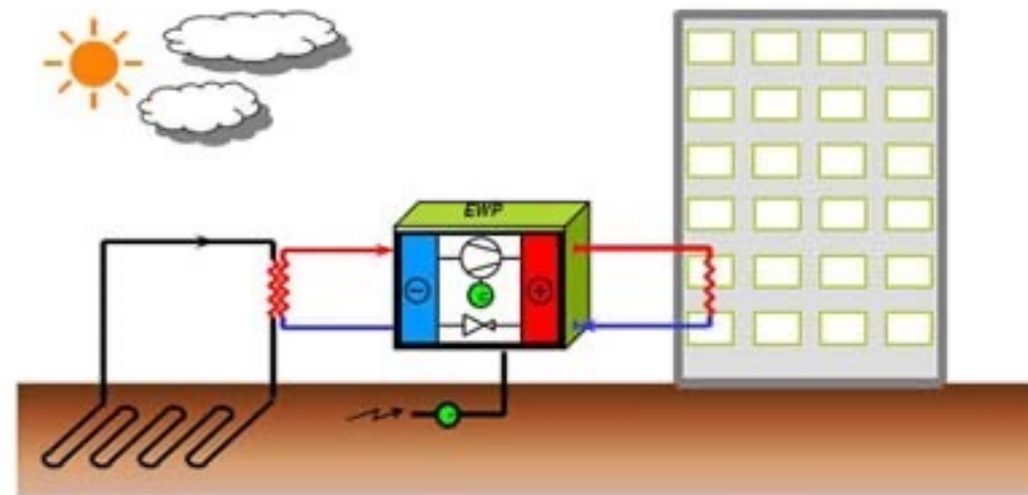


Funded by
the European Union

Источники тепла

Возможно множество вариантов:

- Геотермальная энергия
- Воздух
- Свободная ото льда вода (море, река, озеро)
- Канализационная система
- Кровельные системы
- Дорожные энергетические системы

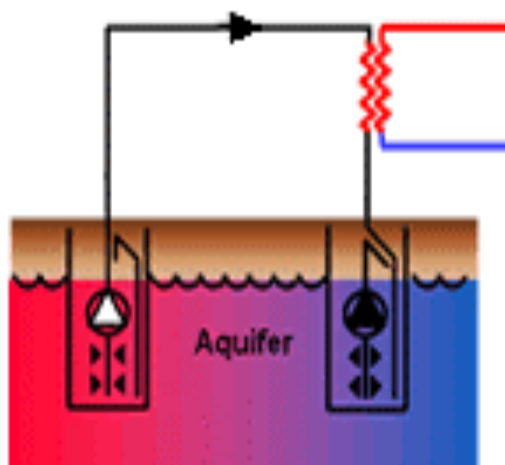


Энергоэффективность системы теплового насоса, производительность насоса зависит от температуры источника тепла

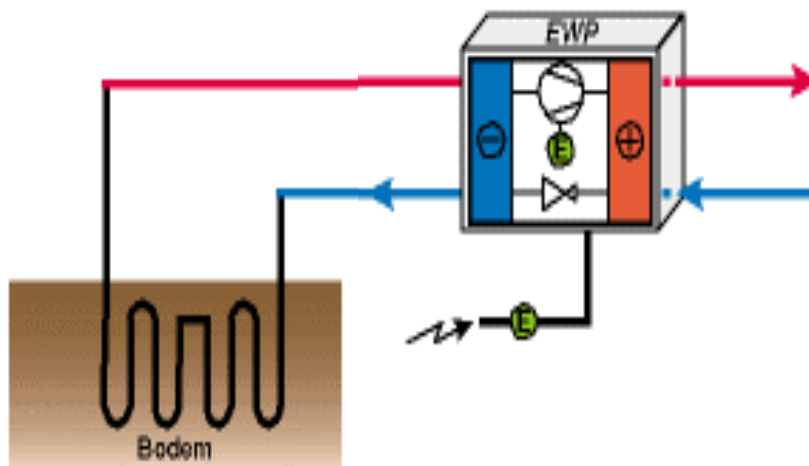
Чем выше температура источника тепла, тем выше коэффициент производительности системы

Геотермальный первичный источник энергии

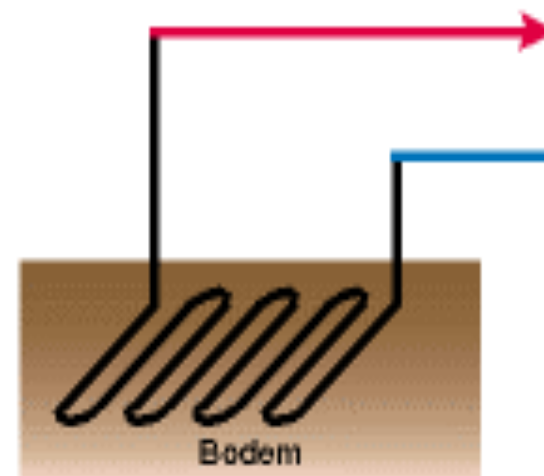
**Вертикальные
геотермальные
зонды**



**Открытые скважины
грунтовых вод
(водоносный горизонт)**



**Горизонтальные
геотермальные
зонды**



Тепловые насосы вместо котлов на угле



Funded by
the European Union

Тепловой насос для многоквартирных домов



Температура недр земли на глубине 30-150 м не зависит от времени года и практически неизменна - около 6-9 °С выше нуля.

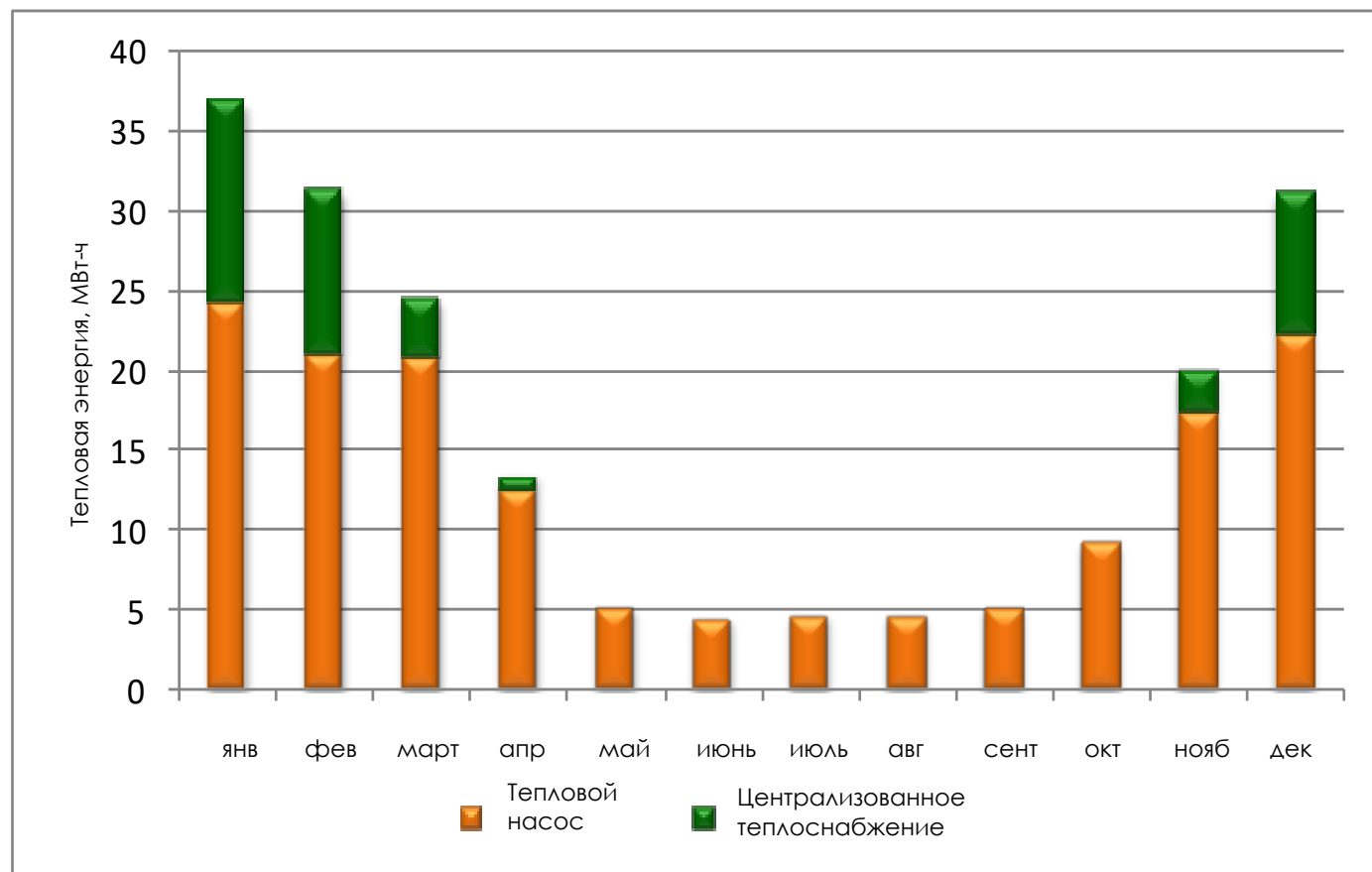


Funded by
the European Union

Тепловой насос и централизованное теплоснабжение



	Сред.темпл. наруж.возд С	Обогрев пространства МВт-ч	Потери гор.воды и циркуляции МВт-ч	Покрытие тепл. насосом МВт-ч	Покрытие центр теплоснабжен. МВт-ч
Январь	-6.1	31.7	5.2	24.2	12.7
Февраль	-5.1	26.6	4.7	21	10.3
Март	-0.6	19.3	5.2	20.7	3.8
Апрель	5.6	8.4	5.1	12.5	1.0
Май	12.0	0.0	5.2	5.2	0.0
Июнь	15.9	0.0	4.5	4.5	0.0
Июль	17.3	0.0	4.7	4.7	0.0
Август	16.4	0.0	4.7	4.7	0.0
Сентябрь	11.4	0.0	5.1	5.1	0.0
Октябрь	6.8	4.0	5.2	9.2	0.0
Ноябрь	1.3	14.9	5.1	17.3	2.7
Декабрь	-3.6	26.0	5.2	22.3	8.9
Итого		130.9	59.9	151.4	39.4



Funded by
the European Union